

METHOD OF WATER RECOVERY FROM AIR AND DEVICE FOR METHOD EMBODIMENT

Patent number: RU2191868
Publication date: 2002-10-27
Inventor: MOSHKIN V I; DESJATOV A V; FILATOV N I; BAUM P B; KRJUKOVSKIY A V; CHEBOTAREV I P
Applicant: I SKIJ TS IM M V KELDYSHA; FEDERAL NOE GUP; OOO NPF EHKOPROEKT AMM
Classification:
- international: **B01D5/00; E03B3/28; F28C3/08; B01D5/00; E03B3/00; F28C3/00; (IPC1-7): E03B3/28; B01D5/00; F28C3/08**
- european:
Application number: RU20010121459 20010801
Priority number(s): RU20010121459 20010801

Report a data error here

Abstract of RU2191868

heat-mass transfer processes, particularly, production of water from atmospheric air (including processes for fresh water production in absence of access to natural water sources) and also atmospheric air conditioning with use of artificial cold. **SUBSTANCE:** method includes formation of flow of air containing water vapors; preliminary cooling of air by flow of circulating water; air cooling to temperature below dew point; discharge of condensate to user; cooling of circulating water and condenser of refrigerating unit with dehydrated air. Air preliminary cooling is combined with increase of air relative humidity by direct contact of air with flow of circulating water, and discharge of condensate to user is performed so that water volume in circulating flow does not reduce. Device for claimed method embodiment has channel with fan for formation and transportation of air flow containing water vapors. Located in channel in direction of air flow are sections of heat exchanger separated by cooling member of refrigerating machine, refrigerating machine condenser, condensate accumulator communicating with a part of channel, circulating pump with pipeline. The first section of heat exchanger in direction of air flow has a sprinkler connected by means of pipeline with the second section of heat exchanger, circulating pump and condensate accumulator. Heat exchanger surface of its first section is permeable for air and water. **EFFECT:** reduced specific parameters of power consumption, weight, overall dimensions and cost of equipment. 8 cl, 2 dwg

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



(19) **RU** (11) **2 191 868** (13) **C1**
(51) МПК⁷ **E 03 B 3/28, B 01 D 5/00, F 28**
C 3/08

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2001121459/03, 01.08.2001

(24) Дата начала действия патента: 01.08.2001

(46) Дата публикации: 27.10.2002

(56) Ссылки: RU 2081256 C1, 10.06.1997. SU 561067 A1, 26.12.1977. RU 2053477 C1, 27.01.1996. RU 94022769 A1, 27.03.1996. RU 2056358 C1, 20.03.1996. GB 1106566 A, 20.03.1968. GB 1379480 A, 02.01.1975. FR 2100060 A, 17.03.1972.

(98) Адрес для переписки:
125438, Москва, ул. Онежская, 8/10,
Федеральное государственное унитарное
предприятие "Исследовательский центр им.
М.В.Келдыша", И.А.Коршуновой

(71) Заявитель:

Федеральное государственное унитарное
предприятие "Исследовательский центр им.
М.В.Келдыша",
Общество с ограниченной ответственностью
Научно-производственная фирма "Экопроект
АММ"

(72) Изобретатель: Мошкин В.И.,
Десятов А.В., Филатов Н.И., Баум
П.Б., Крюковский А.В., Чеботарев И.П.

(73) Патентообладатель:

Федеральное государственное унитарное
предприятие "Исследовательский центр им.
М.В.Келдыша",
Общество с ограниченной ответственностью
Научно-производственная фирма "Экопроект
АММ"

(54) СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВОДЫ ИЗ ВОЗДУХА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

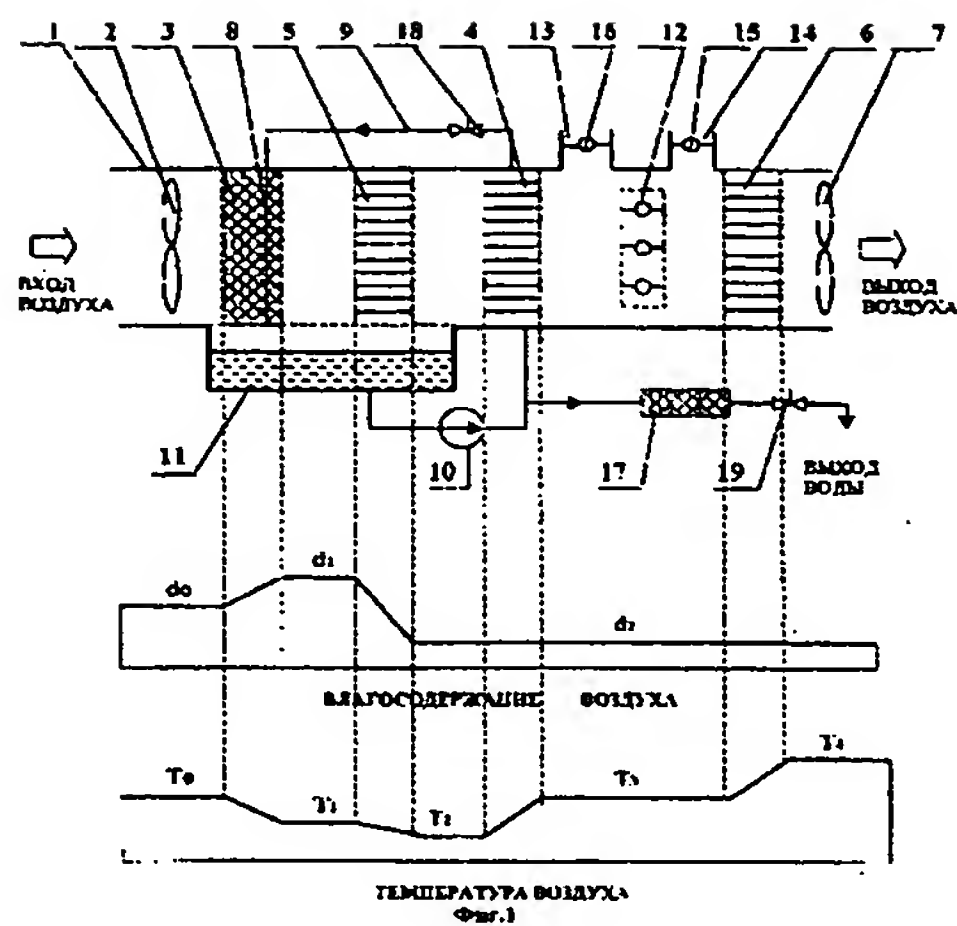
Изобретение относится к области процессов тепломассообмена, более точно к получению воды из атмосферного воздуха (в том числе для получения пресной воды при отсутствии доступа к естественным источникам воды), а также кондиционированию атмосферного воздуха с использованием искусственного холода. Техническим результатом является снижение удельных показателей по энергозатратам, массе, габаритам, стоимости оборудования. Способ заключается в том, что осуществляют формирование потока воздуха, содержащего пары воды, предварительное охлаждение воздуха потоком циркулирующей воды, охлаждение воздуха до температуры ниже точки росы, отвод конденсата потребителю, охлаждение обезвоженным воздухом циркулирующей воды и конденсатора холодильного агрегата. Предварительное охлаждение воздуха совмещают с повышением его относительной влажности посредством прямого контакта воздуха с

потоком циркулирующей воды, а отвод конденсата потребителю осуществляют таким образом, чтобы объем воды в циркулирующем потоке не снижался. Устройство для реализации способа содержит канал с вентилятором для формирования и транспортирования потока воздуха, содержащего пары воды. В канале расположены по направлению потока воздуха секции теплообменника, разделенные охлаждающим элементом холодильной машины, конденсатор холодильной машины, сборник конденсата, сообщающийся с частью канала, циркуляционный насос с трубопроводом. Первая по направлению потока воздуха секция теплообменника снабжена оросителем, соединенным трубопроводом со второй секцией теплообменника, циркуляционным насосом и сборником конденсата. Поверхность теплообмена первой секции теплообменника выполнена проницаемой для воздуха и воды. 2 с. и 6 з.п.ф-лы, 2 ил.

RU 2 191 868 C1

RU 2 191 868 C1

RU 2191868 C1



RU 2191868 C1



(19) **RU** (11) **2 191 868** (13) **C1**
(51) Int. Cl.⁷ **E 03 B 3/28, B 01 D 5/00, F**
28 C 3/08

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2001121459/03, 01.08.2001

(24) Effective date for property rights: 01.08.2001

(46) Date of publication: 27.10.2002

(98) Mail address:
125438, Moskva, ul. Onezhskaja, 8/10,
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriatie "Issledovatel'skij tsentr im.
M.V.Keldysha", I.A.Korshunovo

(71) Applicant:
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriatie "Issledovatel'skij tsentr im.
M.V.Keldysha",
Obshchestvo s ogranichennoj
otvetstvennost'ju Nauchno-proizvodstvennaja
firma "Ehkoproekt AMM"

(72) Inventor: Moshkin V.I.,
Desjatov A.V., Filatov N.I., Baum
P.B., Krjukovskij A.V., Chebotarev I.P.

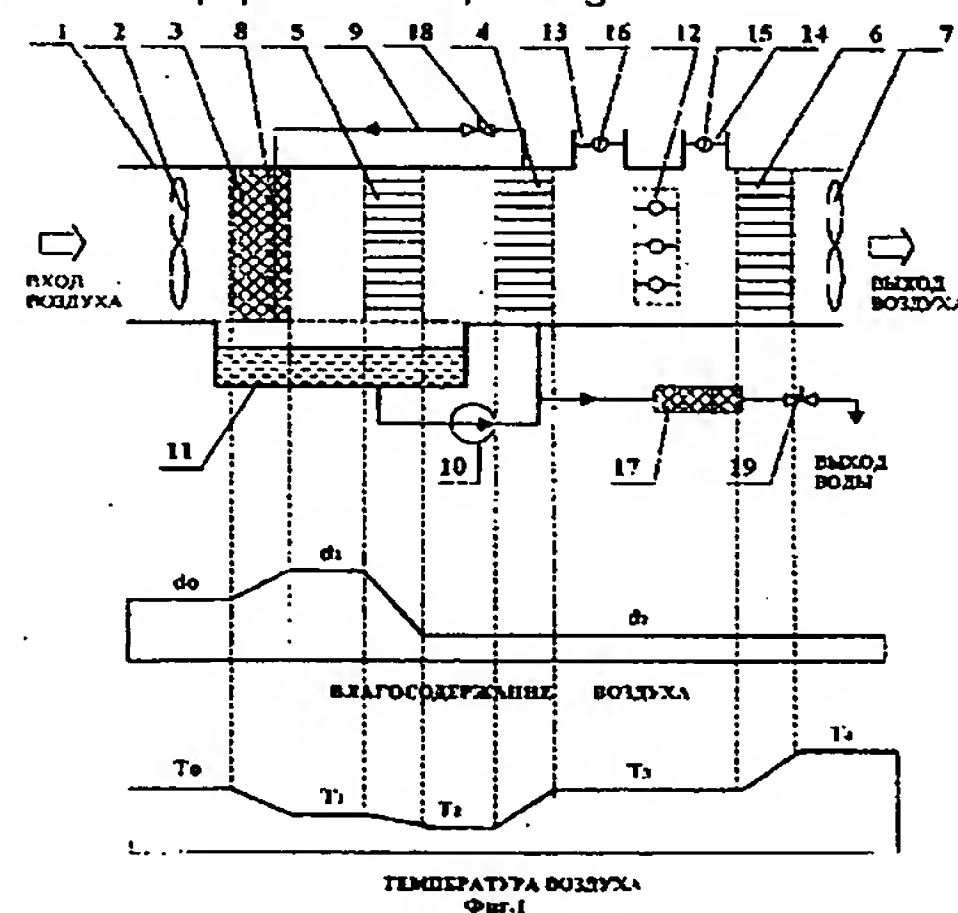
(73) Proprietor:
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriatie "Issledovatel'skij tsentr im.
M.V.Keldysha",
Obshchestvo s ogranichennoj
otvetstvennost'ju Nauchno-proizvodstvennaja
firma "Ehkoproekt AMM"

(54) **METHOD OF WATER RECOVERY FROM AIR AND DEVICE FOR METHOD EMBODIMENT**

(57) Abstract:

FIELD: heat-mass transfer processes, particularly, production of water from atmospheric air (including processes for fresh water production in absence of access to natural water sources) and also atmospheric air conditioning with use of artificial cold. SUBSTANCE: method includes formation of flow of air containing water vapors; preliminary cooling of air by flow of circulating water; air cooling to temperature below dew point; discharge of condensate to user; cooling of circulating water and condenser of refrigerating unit with dehydrated air. Air preliminary cooling is combined with increase of air relative humidity by direct contact of air with flow of circulating water, and discharge of condensate to user is performed so that water volume in circulating flow does not reduce. Device for claimed method embodiment has channel with fan for formation and transportation of air flow containing water vapors. Located in channel in direction of air flow are sections of heat exchanger separated by cooling member of refrigerating machine, refrigerating machine condenser, condensate accumulator communicating with a part of channel, circulating pump with pipeline. The first section of heat

exchanger in direction of air flow has a sprinkler connected by means of pipeline with the second section of heat exchanger, circulating pump and condensate accumulator. Heat exchanger surface of its first section is permeable for air and water. EFFECT: reduced specific parameters of power consumption, weight, overall dimensions and cost of equipment. 8 cl, 2 dwg



RU 2 191 868 C1

RU 2 191 868 C1

Изобретение относится к области процессов тепломассообмена и их аппаратного оформления, более точно - к получению воды из атмосферного воздуха, а также кондиционированию атмосферного воздуха с использованием искусственного холода.

Изобретение может быть использовано в качестве источника получения пресной воды из атмосферного воздуха при отсутствии или ограниченном доступе к естественным источникам воды, в том числе в засушливых районах с низкой относительной влажностью воздуха, а также для кондиционирования атмосферного воздуха.

Известен способ получения воды из воздуха (пат. РФ 2146744 от 20.03.2000), согласно которому осуществляют искусственное охлаждение потока воздуха с относительной влажностью 70-100% и конденсируют пары воды. Полученный конденсат отводят в сборник, а охлажденный воздух направляют на вход конденсатора холодильного агрегата.

Способ требует больших удельных энергозатрат на получение конденсата, т. к. основная часть холодопроизводительности холодильного агрегата идет на охлаждение воздуха, а рекуперация холода обезвоженного воздуха не предусмотрена. Способ неэффективен при обработке воздуха с низкой относительной влажностью ввиду возможности обмерзания теплопередающих поверхностей и прекращения вследствие того выхода конденсата. Кроме того, при низкой влажности поступающего воздуха неэффективно используется поверхность охлаждающего элемента холодильного агрегата (коэффициенты тепло- и массопереноса малы), вследствие чего необходимо увеличивать поверхность охлаждающего элемента. Это связано с ростом габаритов, массы и стоимости установки.

Наиболее близким техническим решением к заявленному по совокупности признаков способу является способ извлечения воды из воздуха, включающий формирование потока воздуха, содержащего пары воды, предварительное охлаждение воздуха потоком циркулирующей воды, охлаждение воздуха до температуры ниже точки росы, отвод конденсата потребителю, охлаждение обезвоженным воздухом циркулирующей воды и конденсатора холодильной машины. В канале для прохода воздуха организуют несколько циркуляционных контуров воды, каждый из которых содержит две секции теплообменника. Охлаждающий элемент холодильного агрегата (испаритель) расположен в канале так, что теплообменники каждого контура находятся до и после него по направлению движения воздуха. Воздух последовательно охлаждается циркулирующим промежуточным теплоносителем (водой) в первых секциях теплообменников каждого контура, причем состояние воздуха может достичь точки росы. В испарителе холодильного агрегата конденсируются пары воды. Далее обезвоженный воздух охлаждает во вторых секциях теплообменников циркулирующую воду. Охлажденная вода поступает в первые секции теплообменников каждого контура и охлаждает поступающий на обработку воздух

(патент РФ 2081256 от 10.06.97).

Наиболее близким техническим решением к заявленному по совокупности признаков устройству является устройство для извлечения воды из воздуха, включающее канал с вентилятором для формирования и транспортирования потока воздуха, содержащего пары воды, в котором расположены по направлению потока воздуха секции теплообменника, разделенные охлаждающим элементом холодильной машины, конденсатор холодильной машины, сборник конденсата, сообщающийся с частью канала, циркуляционный насос с трубопроводом (патент РФ 2081256 от 10.06.97).

В данном способе осуществляется рекуперация холода обезвоженного воздуха, однако его реализация требует больших теплопередающих поверхностей для предварительного охлаждения воздуха. Существенно, что на всех стадиях теплообмен между водой и воздухом осуществляется через теплопередающую поверхность, причем в первых секциях теплообменников каждого контура воздух контактирует с сухой поверхностью. Интенсивность теплопередачи при этом мала, поэтому требуется увеличивать поверхность теплообмена. Это ведет к росту габаритов, массы и стоимости установки. Указанные показатели увеличивают также несколько насосов с электроприводом, необходимые для организации циркуляционных контуров промежуточного теплоносителя. Кроме того, способ не позволяет осуществить рекуперацию холода полученного конденсата.

Целью изобретения является разработка способа и устройства для извлечения воды из воздуха, а также кондиционирования атмосферного воздуха, снижение удельных энергозатрат, массы, габаритов, стоимости устройства.

Поставленная цель достигается тем, что в способе извлечения воды из воздуха, включающем формирование потока воздуха, содержащего пары воды, предварительное охлаждение воздуха потоком циркулирующей воды, охлаждение воздуха до температуры ниже точки росы, отвод конденсата потребителю, охлаждение обезвоженным воздухом циркулирующей воды и конденсатора холодильной машины, предварительное охлаждение воздуха совмещают с повышением его относительной влажности посредством прямого контакта воздуха с потоком циркулирующей воды, при этом отвод конденсата потребителю осуществляют таким образом, чтобы объем воды в циркулирующем потоке не снижался. На этапе предварительного охлаждения воздуха его относительную влажность повышают до 70-100%.

В устройстве для извлечения воды из воздуха, включающем канал с вентилятором для формирования и транспортирования потока воздуха, содержащего пары воды, в котором расположены по направлению потока воздуха секции теплообменника, разделенные охлаждающим элементом холодильной машины, конденсатор холодильной машины, сборник конденсата, сообщающийся с частью канала, циркуляционный насос с трубопроводом, первая по направлению потока воздуха

секция теплообменника снабжена оросителем, соединенным трубопроводом со второй секцией теплообменника, циркуляционным насосом и сборником конденсата, при этом поверхность теплообмена первой секции теплообменника выполнена проницаемой для воздуха и воды.

Поверхность теплообмена первой секции теплообменника создана из дисперсного материала.

В канале между второй секцией теплообменника и конденсатором установлены жалюзи, до и после которых на боковой стенке канала имеются патрубки с заслонками для входа и выхода воздуха.

Охлаждающий элемент холодильной машины разделен на секции, сообщающиеся по направлению потока воздуха.

Устройство содержит фильтр-кондиционер, расположенный на выходе конденсата из устройства и состоящий из нескольких последовательно расположенных секций с фильтрующей загрузкой, обеспечивающей очистку конденсата и обогащение его солями до получения воды питьевого качества. Фильтр-кондиционер состоит из трех секций с фильтрующей засыпкой из доломитовой крошки, мраморной крошки и активированного угля.

Изобретение поясняется прилагаемыми чертежами, где на фиг.1 схематично изображена установка для извлечения воды из воздуха и кондиционирования атмосферного воздуха, сопровождаемая диаграммами изменения температуры (T) и влажности (d) воздуха по длине канала; на фиг.2 изображена диаграмма состояния влажного воздуха в процессе извлечения воды из воздуха.

Способ извлечения воды из воздуха заключается в том, что сформированный поток атмосферного воздуха с температурой T_0 , влагосодержанием d_0 (фиг.1) на первом этапе обработки вступает в прямой контакт с потоком циркулирующей воды. На данном этапе часть влаги из потока воды переходит в виде пара в воздух, и влагосодержание воздуха сначала повышается до d_1 , затем снижается до d_0 . При этом относительная влажность воздуха повышается, а температура понижается до T_1 , т.к. тепло на испарение влаги поступает из воздуха. Температура циркулирующей воды на данном этапе повышается, вода отводится в сборник конденсата.

Далее следует охлаждение воздуха искусственным холодом до температуры T_2 , которая ниже точки росы, и часть содержащихся в воздухе водяных паров конденсируется, влагосодержание воздуха понижается до d_2 . На данном этапе обработки вследствие высокой относительной влажности воздуха доля смоченной теплопередающей поверхности выше, чем в способе без предварительного увеличения влагосодержания воздуха. Это обстоятельство способствует повышению коэффициентов теплообмена и переноса влаги из воздуха на теплопередающие поверхности. Полученный конденсат отводится в сборник конденсата, причем часть конденсата, равная количеству влаги, поглощенной воздухом на первом этапе,

отводится в циркулирующий поток воды. Оставшаяся часть полученного конденсата отводится потребителю. При этом отвод конденсата потребителю осуществляют таким образом, чтобы объем воды в циркуляционном контуре не снижался. Температура циркулирующей воды на этом этапе понижается за счет поступления холодного конденсата. Использование холода получаемого конденсата способствует снижению удельных энергозатрат.

На следующем этапе воздух охлаждает циркулирующий поток воды через теплопередающую поверхность. Здесь температура воздуха повышается до T_3 , которая ниже атмосферной, поэтому этот воздух используют для охлаждения конденсатора холодильной машины, а охлажденная вода направляется на обработку (предварительное охлаждение и повышение влагосодержания) поступающего в устройство атмосферного воздуха. На выходе из устройства в атмосферу воздух имеет температуру T_4 .

Устройство для извлечения воды из воздуха (фиг. 1) содержит канал 1 и вентилятор 2 для формирования и транспортирования потока воздуха. В канале расположены две секции теплообменника 3 и 4, разделенные охлаждающим элементом (испарителем) 5 холодильной машины, конденсатор 6 холодильной машины (на фиг. не показана) с вентилятором 7. Первая секция теплообменника 3 имеет ороситель 8, соединенный трубопроводом 9 со второй секцией теплообменника 4, насосом 10 и сборником конденсата 11. В канале между второй секции теплообменника и конденсатором установлены жалюзи 12, до и после которых на боковой стенке канала имеются патрубки 13, 14 с заслонками 15, 16 для входа и выхода воздуха. На выходе конденсата из установки может быть установлен фильтр-кондиционер 17, разделенный последовательно на несколько секций, с фильтрующей загрузкой, обеспечивающей очистку конденсата и насыщение его солями до получения воды питьевого качества. Например, фильтр может состоять из трех секций с загрузкой из доломита, мраморной крошки, активированного угля. На трубопроводе 9 и на участке выхода воды из фильтра имеются запорно-регулирующие устройства (например, вентили) 18 и 19. Боковые стенки секции теплообменника 3 выполнены проницаемыми для воздуха, например из металлической сетки, а поверхность теплообмена из проницаемого для воздуха и воды материала, например из дисперсной засыпки. Охлаждающий элемент 5 холодильной машины может быть разделен на секции, сообщающиеся по направлению потока воздуха.

Устройство в режиме получения воды из воздуха работает следующим образом. Закрывают заслонки 15 и 16 и открывают жалюзи 12. Заливают в сборник 11 порцию воды, открывают вентиль 18, включают насос 10, который создает циркулирующий поток воды. Приводят в действие холодильную машину и включают вентилятор 2, который подает в канал 1 атмосферный воздух. При прохождении потоком воздуха секции 3 теплообменника

происходит его охлаждение и повышение его влагосодержания за счет прямого контакта с циркулирующим потоком воды в секции 3 теплообменника. Циркулирующая вода из секции 3 теплообменника стекает в сборник конденсата 11 и насосом 10 частично поступает через фильтр 17 потребителю, а оставшаяся часть воды возвращается в цикл. В охлаждающем элементе 5 холодильной машины температура воздуха снижается ниже точки росы исходного атмосферного воздуха, что сопровождается конденсацией паров воды, содержащихся в воздухе. Конденсат поступает в сборник конденсата 11. В секции 4 теплообменника воздух охлаждает циркулирующую воду, после чего проходит через конденсатор 6 холодильной машины и выбрасывается вентилятором 7 в атмосферу. Вентиль 19 служит для вывода воды из сборника конденсата 11 потребителю. При этом расход отводимого конденсата подбирают таким образом, чтобы объем воды в циркуляционном контуре (уровень воды в сборнике) не снижался. В фильтре-кондиционере 17 осуществляется очистка конденсата от атмосферной пыли, запахов, сконденсированных газообразных примесей, привнесенных воздухом, и насыщение его солями до получения воды питьевого качества.

При работе устройства в режиме кондиционирования воздуха жалюзи 12 закрывают, заслонки 15, 16 открывают. Вентилятор 2 подает в канал 1 атмосферный воздух, включают холодильную машину. Воздух охлаждается до заданной температуры (как правило, выше точки росы) в охладителе 5 холодильной машины. Температура охлажденного воздуха поддерживается режимом работы холодильной машины. Охлажденный воздух удаляется через патрубок 16. Атмосферный воздух для охлаждения конденсатора 6 холодильной машины поступает в канал через патрубок 14 и вентилятором 7 выбрасывается в атмосферу. В данном режиме работы устройства насос 10 отключен. При необходимости повышения относительной влажности воздуха насос может быть включен, при этом в сборник конденсата 11 должен быть предварительно заполнен водой, вентиль 18 открыт, вентиль 19 закрыт.

На фиг. 2 изображен процесс извлечения воды из воздуха в $i-d$ (энтальпия - влагосодержание) диаграмме влажного воздуха. Обработку воздуха согласно прототипу можно представить линией ABCDE, где AB - предварительное охлаждение в первой секции теплообменника от температуры атмосферного воздуха T_0 до температуры точки росы t_1 при постоянном влагосодержании d_0 , BC - охлаждение искусственным холодом (в испарителе холодильной машины) ниже точки росы и конденсация паров воды со снижением влагосодержания до d_2 и температуры T_2 , CD - нагрев во второй секции теплообменника при охлаждении циркулирующего потока воды до температуры T_3 , нагрев в конденсаторе холодильной машины до температуры T_4 . Согласно изобретению процесс обработки воздуха осуществляется по линии AB*BCDE. Предварительное охлаждение воздуха за

счет прямого контакта с водой сопровождается повышением его влагосодержания до d_1 . Удельный расход энергии на охлаждение воздуха до температуры точки росы T_1 соответствует разности $I_0 - I_1$, т.е. такой же, как в прототипе.

Однако коэффициент теплопереноса при этом в 2-3 раза выше, чем в прототипе. При прочих равных условиях соответственно уменьшается необходимая поверхность теплообмена первой секции.

Формула изобретения:

1. Способ извлечения воды из воздуха, включающий формирование потока воздуха, содержащего пары воды, предварительное охлаждение воздуха потоком циркулирующей воды, охлаждение воздуха до температуры ниже точки росы, отвод конденсата потребителю, охлаждение обезвоженным воздухом циркулирующей воды и конденсатора холодильной машины, отличающийся тем, что предварительное охлаждение воздуха совмещают с повышением его относительной влажности посредством прямого контакта воздуха с потоком циркулирующей воды, при этом отвод конденсата потребителю осуществляют таким образом, чтобы объем воды в циркулирующем потоке не снижался.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что на этапе предварительного охлаждения воздуха его относительную влажность повышают до 70-100%.

3. Устройство для извлечения воды из воздуха, включающее канал с вентилятором для формирования и транспортирования потока воздуха, содержащего пары воды, в котором расположены по направлению потока воздуха секции теплообменника, разделенные охлаждающим элементом холодильной машины, конденсатор холодильной машины, сборник конденсата, сообщающийся с частью канала, циркуляционный насос с трубопроводом, отличающееся тем, что первая по направлению потока воздуха секция теплообменника снабжена оросителем, соединенным трубопроводом со второй секцией теплообменника, циркуляционным насосом и сборником конденсата, при этом поверхность теплообмена первой секции теплообменника выполнена проницаемой для воздуха и воды.

4. Устройство по п.3, отличающееся тем, что поверхность теплообмена первой секции теплообменника создана из дисперсного материала.

5. Устройство по п.3, отличающееся тем, что в канале между второй секцией теплообменника и конденсатором установлены жалюзи, до и после которых на боковой стенке канала имеются патрубки с заслонками для входа и выхода воздуха.

6. Устройство по п.3, отличающееся тем, что охлаждающий элемент холодильной машины разделен на секции, сообщающиеся по направлению потока воздуха.

7. Устройство по п.3, отличающееся тем, что оно содержит фильтр-кондиционер, расположенный на выходе конденсата из устройства, и состоящий из нескольких последовательно расположенных секций с фильтрующей загрузкой, обеспечивающей очистку конденсата и обогащение его солями

до получения воды питьевого качества.
8. Устройство по п.7, отличающееся тем,
что фильтр-кондиционер состоит из трех

секций с фильтрующей засыпкой из
доломитовой крошки, мраморной крошки и
активированного угля.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

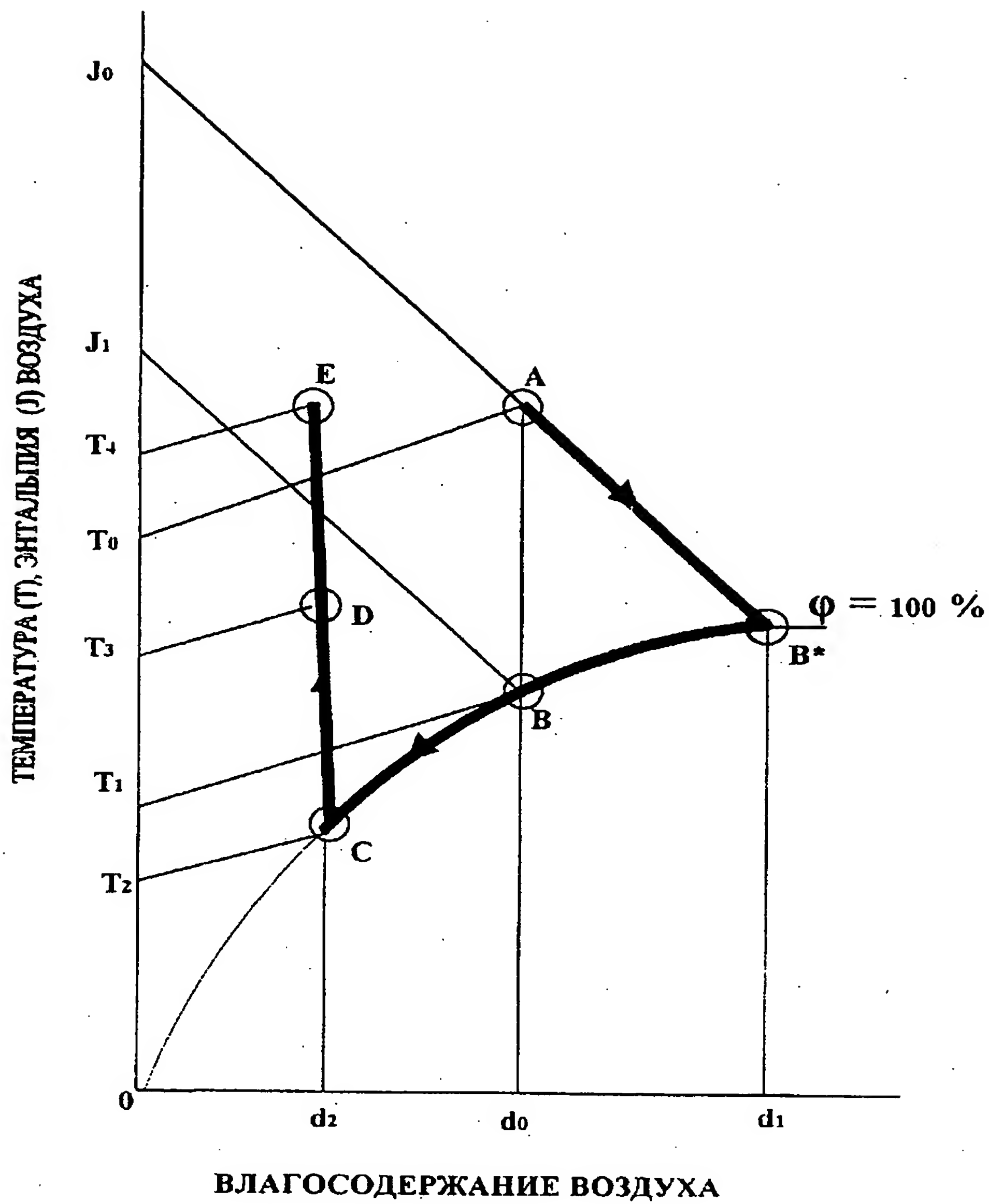
55

60

-7-

RU 2191868 C1

RU 2191868 C1



Фиг. 2